Gouvernement du Canada
Service canadien des forêts

Government of Canada
Canadian Forestry Service

Évolution d'une érablière à bouleau jaune soumise à différents traitements en 1966
Development of sugar maple-yellow birch stand following various treatments in 1966

M.R. Roberge

Rapport d'information/Information Report LAU-X-82B
Centre de foresterie des Laurentides
Laurentian Forestry Centre

89-00441/

CENTRE DE FORESTERIE DES LAURENTIDES

Le Centre de foresterie des Laurentides (CFL) est un des six établissements régionaux du Service canadien des forêts (SCF). Le Centre poursuit des travaux de recherche et de développement pour un aménagement et une utilisation plus rationnels des ressources forestières du Québec. En collaboration avec divers groupes et organismes québécois, les chercheurs du CFL visent à acquérir une meilleure compréhension du fonctionnement des écosystèmes forestiers en vue de contribuer à solutionner les problèmes majeurs en foresterie au Québec et à développer des méthodes acceptables pour l'amélioration et la sauvegarde de l'environnement forestier.

Au Québec, les activités du SCF portent sur trois éléments majeurs: la recherche dans le domaine des ressources forestières, la recherche dans le domaine de la protection et enfin, le développement forestier. La plupart des travaux sont entrepris pour répondre aux besoins des organismes intéressés à l'aménagement forestier, surtout dans le but d'améliorer la protection, la croissance et la qualité de la ressource forestière de la région. L'information est diffusée sous forme de rapports scientifiques, de feuillets techniques ou autres publications dans le but d'atteindre toutes les catégories d'utilisateurs des résultats de recherche.

LAURENTIAN FORESTRY CENTRE

The Laurentian Forestry Centre (LFC) is one of six regional establishments of the Canadian Forestry Service (CFS). The Centre's objective is to promote, through research and development, the most efficient and rational management and use of Quebec's forest. In cooperation with several Quebec agencies, scientists at LFC seek to acquire a better understanding of how the forest ecosystem works with a view to solving major forestry problems and develop methods to improve and to protect the forest environment.

In the province of Quebec, CFS's program consists of three major elements: forest resources research, forest protection research, and forest development. Most of the research is undertaken in response to the needs of forest management agencies, with the aim of improving the protection, growth, and quality of the region's forest resource. The results of this research are distributed to potential users through scientific and technical reports and other publications.

Évolution d'une érablière à bouleau jaune soumise à différents traitements en 1966

Development of a sugar maple-yellow birch stand following various treatments in 1966

M.R. Roberge

Rapport d'information LAU-X-82B
1988

Information Report LAU-X-82B
1988

Centre de foresterie des Laurentides
Service canadien des forêts

Laurentian Forestry Centre
Canadian Forestry Service

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1988
©Minister of Supply and Services Canada 1988

N° de catalogue/Catalog No. Fo46-18/82
ISSN 0835-1589
ISBN 0-662-56172-4

Il est possible d'obtenir sans frais un nombre restreint d'exemplaires de cette publication auprès du:

Centre de foresterie des Laurentides
Service canadien des forêts
1055, rue du P.E.P.S.
C.P. 3800
Sainte-Foy (Québec)
G1V 4C7

Additional copies of this publication are available in limited quantities at no charge from:

Laurentian Forestry Centre
Canadian Forestry Service
1055 du P.E.P.S.
P.O. Box 3800
Sainte-Foy, Quebec
G1V 4C7

Des copies ou des microfiches de cette publication sont en vente chez:
Micromédia Ltée.
Place du Portage
165, rue Hôtel-de-Ville
Hull (Québec)
J8X 3X2

Copies or microfiches of this publications may also be purchased from:
Micromedia Ltd.
Place du Portage
165 Hôtel-de-Ville
Hull, Québec
J8X 3X2

TABLE DES MATIÈRES

	Page
LISTE DES TABLEAUX	iv
RÉSUMÉ	v
INTRODUCTION	1
MATÉRIEL ET MÉTHODES	3
Description du milieu	3
Méthodes	6
RÉSULTATS	11
Accroissement en volume marchand	11
Mortalité	11
Accroissement en diamètre	13
Régénération	17
DISCUSSION	19
REMERCIEMENTS	22
OUVRAGES CONSULTÉS	22

TABLE OF CONTENTS

	Page
LIST OF TABLES	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCTION	1
MATERIALS AND METHODS	3
Site description	3
Methods	6
RESULTS	11
Merchantable volume increase	11
Mortality	11
Diameter increase	13
Regeneration	17
DISCUSSION	19
ACKNOWLEDGMENTS	22
LITERATURE CITED	22

LISTE DES TABLEAUX

Page

Tableau 1. Volume marchand et croissance périodique selon les traitements 12

Tableau 2. Nombre d'arbres de 9 cm et plus de dhp et augmentation périodique selon les traitements 14

Tableau 3. Dhp moyen des arbres de 9 cm et plus et augmentation périodique selon les traitements 15

Tableau 4. Nombre de gaules de 1 à 9 cm de dhp et augmentation périodique selon les traitements 18

LIST OF TABLES

Page

Table 1. Merchantable volume and period-by-period growth for each treatment 12

Table 2. Number of trees (dbh of 9 cm or over) and period-by-period increase for each treatment 14

Table 3. Mean dbh of trees (dbh of 9 cm or over) and period-by-period increase for each treatment 15

Table 4. Number of saplings (dbh of 1 to 9 cm) and period-by-period increase for each treatment 18

RÉSUMÉ

Les résultats indiquent qu'une coupe par groupes de 8 ares ainsi qu'une coupe d'éclaircie de 26 %, dans le cas où il n'y a pas de coupe subséquente de dégagement, permettent de régénérer une érablière à bouleau jaune produisant la même strate de retour.

Ce rapport présente les résultats recueillis sur une période de 15 ans dans une érablière à bouleau jaune inéquienne aménagée par groupes de 8 ares. À tous les 20 ans, depuis 1966, une coupe par groupes d'arbres est réalisée sur 20 % de la superficie, tandis que le reste de la surface fait l'objet d'une éclaircie. Dans les trouées créées par la coupe des groupes d'arbres et ailleurs dans le sous-bois, de la préparation de terrain, de l'ensemencement, de la plantation, du regarnissage et du dégagement sont effectués à l'automne, au printemps suivant la coupe ou quelques années plus tard. À la suite de l'éclaircie par le haut de 26 %, on a obtenu une augmentation de 38 m^3/ha en volume marchand et la mortalité naturelle a diminué sensiblement. Une abondante régénération s'est établie et s'est développée dans le peuplement éclairci et dans les trouées. En 1981, la proportion d'érables à sucre était légèrement au-dessus de 60 % et presque égale dans

ABSTRACT

Results of cutting by 8-are groups and 26 percent thinning indicate that both methods permit regeneration of a sugar maple-yellow birch stand yielding the same return, at least where there is no subsequent release cutting.

This report presents an analysis of data collected over a 15-year period in an uneven-aged sugar maple-yellow birch stand managed by 8-are groups. Every 20 years starting in 1966, 20 percent of the stand area is to be cut by tree groups and the remainder thinned. In the clearings created by tree-group cutting and elsewhere in the understory, site preparation, seedling, planting, seedling filling, and release cutting are to be carried out in the fall, in the spring after the cut, or a few years later. Following 26 percent crown thinning in 1966, a merchantable volume increase of 38 m^3/ha was observed and natural mortality decreased noticeably. Abundant regeneration has established and developed in the understory of the thinned stand and in the clearings. The proportion of sugar maple in 1981 was slightly over 60 percent and nearly the same for the understory in the thinned stand and in the clearings, regardless of whether sites had been prepared or seeded,

le peuplement éclairci et dans les trouées que l'on ait ou non préparé le terrain, ensemencé, planté ou regarni avec du bouleau jaune. La proportion de bouleaux jaunes était quant à elle un peu au-dessus de 10 % et ne variait pas non plus, quel que soit le traitement effectué.

planted, or filled with yellow birch. The proportion of yellow birch was slightly over 10 percent and also did not vary according to treatment.

INTRODUCTION

L'érable à sucre (*Acer saccharum* Marsh.) et le bouleau jaune (*Betula alleghaniensis* Britton) comptent parmi les essences feuillues les plus importantes au point de vue économique au Québec et forment des peuplements denses qui couvrent une grande superficie de la forêt feuillue. Dans ces peuplements, la mortalité naturelle est relativement élevée surtout à cause d'un climat favorable, d'un bon sol et de la forte densité des arbres (Eyre et Longwood, 1951; Roberge, 1975). Après les coupes conventionnelles par pieds d'arbre, la proportion d'érables, qui est une essence d'ombre, augmente rapidement (Berry, 1981). Vu l'importance économique et la rareté du bouleau jaune et des autres essences qui tolèrent mal l'ombre comparativement à l'érable à sucre, il est préférable de traiter ces forêts de manière à les garder en peuplements mixtes à prédominance d'érables.

À la lumière de ces quelques observations, il appert que des coupes d'éclaircie effectuées dans ces peuplements denses à partir de l'âge de 30 à 50 ans permettraient de récolter la partie de la production qui serait perdue par la mortalité naturelle et de raccourcir la durée totale de la révolution

INTRODUCTION

Sugar maple (*Acer saccharum* Marsh.) and yellow birch (*Betula alleghaniensis* Britton) are among the most economically important hardwood species in Quebec and form dense stands that cover large areas of the deciduous forest. Natural mortality is relatively high within these stands, primarily due to favorable climate, good soil, and high tree density (Eyre and Longwood 1951; Roberge 1975). After conventional single-stem cutting, the proportion of maple, a shade species, quickly rises (Berry 1981). In view of the economic importance and scarcity of yellow birch and other species that tolerate shade poorly in comparison with sugar maple, the preferred approach is to treat these forests so as to maintain maple-dominated mixed stands.

It would appear that thinning carried out in these dense stands, starting at 30 to 50 years, permits harvesting of a portion of the production that would be lost to natural mortality and a shortening of the total rotation by 40 to 60 years (Stone 1977). From an economic viewpoint, the latter advantage is

de 40 à 60 ans (Stone, 1977). Au point de vue économique, ce dernier avantage est extrêmement important, car il permet de faire annuellement des coupes supplémentaires de régénération sur 40 à 50 % de la superficie. Ajoutons qu'avec une stimulation de l'accroissement en diamètre et une diminution du nombre d'arbres à l'unité de surface à la suite d'éclaircies, on obtient une réduction du coût d'exploitation lors des coupes d'éclaircie ou de régénération subséquentes; cette réduction peut atteindre 50 % en certaines circonstances. Enfin, notons que les coupes d'éclaircie peuvent être conduites de façon à favoriser le bouleau jaune et les autres essences qui tolèrent mal l'ombre et ce, au détriment de l'érable.

extremely important since it permits further annual regeneration cutting over 40 to 50 percent of the area. Moreover, with stimulation of diameter increase and reduction of the number of stems per unit area after thinning, there is also a drop in operating costs associated with subsequent thinning or regeneration cutting. Under some circumstances, the cost reduction can be as high as 50 percent. Finally, it should be noted that thinning can be carried out to favor yellow birch and other shade intolerant species at the expense of sugar maple.

À la lumière des observations mentionnées précédemment, il appert aussi que des coupes de régénération par groupes effectuées dans ces peuplements à partir de l'âge de 90 à 110 ans permettraient de régénérer et d'assurer la survie de beaucoup plus de bouleaux jaunes et de tiges des autres essences qui tolèrent mal l'ombre (Linteau, 1948; Hatcher, 1966; Roberge, 1977; Boivin, 1985).

Similarly, it would appear that regeneration cutting by groups in these stands from the age of 90 to 110 years permits regeneration and ensures the survival of many more yellow birch and stems of other shade intolerant species (Linteau 1948; Hatcher 1966; Roberge 1977; Boivin 1985).

À cette fin et dans le but d'obtenir des indications culturales qui

To this end, and in order to obtain growth information to increase yields, we

augmenteraient le rendement, nous avons effectué en 1966 une coupe par groupes sur 20 % de la superficie et une coupe d'éclaircie sur le reste de la surface d'une érablière à bouleau jaune inéquienne de la forêt expérimentale de Dudswell. Le total de la superficie traitée était de 5,0 ha. Une superficie contiguë de 1,5 ha n'a pas été traitée et sert de témoin.

Les places d'étude permanentes établies avant la coupe en 1966 furent remesurées après coupe tous les cinq ans, soit en 1971, 1976 et 1981. Le présent travail traite des résultats de cette expérience.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Description du milieu

La forêt expérimentale de Dudswell est située à la tête de la rivière Nicolet près du village de Saint-Camille, comté de Wolfe, à environ 25 km au nord-est de la ville de Sherbrooke. Ses coordonnées géographiques sont 71°42' de longitude ouest et 45°38' de latitude nord. Cette forêt est comprise dans la section des Cantons de l'Est (L.5) de la région forestière des Grands Lacs et du Saint-Laurent. Cette forêt, d'une superficie de 7 km², couvre un terrain caractérisé par de fortes ondulations.

treated an uneven-aged sugar maple-yellow birch stand in the Dudswell experimental forest in 1966. Cutting by groups was performed over 20 percent of the stand area and the remainder was thinned. The total area treated was 5 ha. An adjacent 1.5-ha untreated area served as a control.

The permanent study plots established before the 1966 cut were remeasured every five years after cutting--in 1971, 1976, and 1981. This report discusses the results of the experiment.

MATERIALS AND METHODS

Site description

The Dudswell experimental forest is located at the head of the Nicolet River near the village of Saint Camille, in Wolfe County, approximately 25 km northeast of Sherbrooke, 45°38' north latitude and 71°42' west longitude. The forest is part of the Eastern Townships (L.5) section of the Great Lakes-St.Lawrence forest region. This forest covers an area of 7 km² in heavily rolling terrain. Mean annual temperature is 5°C; -10°C for January and 20°C for July. Mean annual precipitation is 95 cm, including 68 cm

La température annuelle moyenne est de 5°C, celle de janvier de -10°C et celle de juillet de 20°C. Le total des précipitations annuelles moyennes est de 95 cm, dont 68 cm tombent en pluie. L'élévation moyenne est de 300 m et la période sans gel de 134 jours.

Le territoire de la forêt fait partie du massif appalachien, ancienne pénéplaine abrasée au niveau de la mer au crétacé et surélevée durant le tertiaire. Les formations géologiques s'échelonnent depuis l'ordovicien inférieur, ou peut-être même depuis une période pré-ordovicienne, jusqu'au dévonien. Le territoire possède donc une structure géologique très compliquée où voisinent et alternent des ardoises, des grès, des quartzites, des conglomérats, mais surtout des schistes. Cette variété de formations rocheuses est à l'origine de l'hétérogénéité des sols en ce qui concerne la composition et la structure de leur roche-mère (Dresser et Denis, 1946).

Durant le pléistocène, toute la région fut atteinte par les glaciations, si bien que les assises rocheuses sous-jacentes sont pour la plupart recouvertes de dépôts glaciaires qui constituent ainsi les matériaux sur lesquels les sols actuels se sont développés. C'est ainsi que la plus grande partie du territoire de la forêt est recouverte de dépôts

of rain. The main elevation is 300 m and the frost-free period is 134 days.

The territory is part of the Appalachian massif, a former peneplain worn down to sea level in the Cretaceous Period and raised during the Tertiary Period. Geological formations range from the lower Ordovician Period or possibly later to the Devonian Period. The territory thus has a highly complex geological structure with neighboring and alternating shales, clays, quartzites, conglomerates, and predominately, schists. This variety of rock formations is the basis for the heterogeneity of the soils with regard to the structure and composition of their parent rock (Dresser and Denis 1946).

During the Pleistocene Epoch, the entire region was subject to glaciations. As a result, the bedrock is in most cases covered with glacial deposits on which the present-day soils have developed. Thus, most of the forest is covered by moraine deposits of very variable depth while their composition is closely linked to the underlying geological materials.

morainiques dont la profondeur est très variable, tandis que leur composition est en liaison étroite avec les matériaux géologiques sous-jacents. Ces dépôts proviennent principalement de schistes gris verdâtre précambriens. Les dépôts fluvio-glaciaires sont peu nombreux et d'étendue relativement restreinte, tandis que les dépôts alluvionnaires ne se rencontrent qu'ici et là le long des cours d'eau (Cann et Lajoie, 1943).

Les traitements ont été effectués dans un peuplement dominé par l'érable à sucre, classé écologiquement *Acereto-betuletum tiarelletosum* (Jurdant et Roberge, 1965). Ce peuplement inclut aussi quelques essences compagnes telles que le hêtre (*Fagus grandifolia* Ehrh.), l'érable rouge (*Acer rubrum* L.), l'orme blanc (*Ulmus americana* L.), le frêne blanc (*Fraxinus americana* L.), le sapin (*Abies balsamea* [L.] Mill.), le tilleul (*Tilia americana* L.), l'épinette rouge (*Picea rubens* Sarg.), la pruche (*Tsuga canadensis* L.), l'ostryer (*Ostrya virginiana* [Mill.]) et le peuplier à grandes dents (*Populus grandidentata* Michx.). Le peuplement est situé sur un versant moyen avec une pente modérée. Le sol constitue un loam profond et frais, et est de haute productivité pour la région.

The deposits are primarily from Precambrian greenish-grey schists. Fluvioglacial deposits are few and relatively limited in extent, while alluvial deposits are found only occasionally along water courses (Cann and Lajoie 1943).

The treatments were carried out in a sugar maple dominated stand of the *Acereto-betulatum tiarelletosum* ecological class (Jurdant and Roberge 1965). The stand also contains companion species such as beech (*Fagus grandifolia* Ehrh.), red maple (*Acer rubrum* L.), white elm (*Ulmus americana* L.), white ash (*Fraxinus americana* L.), fir (*Abies balsamea* [L.] Mill.), basswood (*Tilia americana* L.), red spruce (*Picea rubens* Sarg.), hemlock (*Tsuga canadensis* L.), hop-hornbeam (*Ostrya virginiana* [Mill.]), and largetooth aspen (*Populus grandidentata* Michx.). The stand is located on a middle slope with a moderate gradient. The soil is deep, fresh loam and is highly productive for the region.

Dans le peuplement traité, le volume marchand était de 219 m³/ha en 1966. La hauteur totale moyenne des érables à sucre dominants et codominants était de 20 m à 64 ans, alors que celle des bouleaux jaunes était de 21 m à 70 ans. L'âge des arbres, de même que le diamètre, était très variable et était souvent sans relation avec celui-ci. Par exemple, un érable à sucre de 150 ans pouvait avoir un diamètre de 10 à 20 cm, alors qu'un autre pouvait en avoir un de 40 à 60 cm. On y avait effectué des coupes sélectives dans le passé mais pas au cours des 20 années qui avaient précédé le traitement de 1966.

In the treated stand, merchantable volume was 219 m³/ha in 1966. Average total height of dominant and codominant sugar maple was 20 m at 64 years, while that of yellow birch was 21 m at 70 years. Tree age and diameter were highly variable and often unrelated. For example, a 150-year-old sugar maple could have a diameter of 10 to 20 cm while another of the same age could measure 40 to 60 cm. Selective cuts had been made in the past but not within the 20 years preceding the 1966 treatment.

Méthodes

Au cours de l'été 1966, 48 places d'étude permanentes carrées furent établies dans des bandes de 61 m de largeur s'étendant dans le sens de la pente, du point le plus bas de l'érablière à bouleau jaune jusqu'à son point le plus haut. Seize places furent établies dans des bandes préservées de toute coupe appelées aussi bandes témoins, et 32 dans des bandes où une coupe avait été effectuée à l'automne 1966. De ces dernières, 20 furent établies dans des endroits à éclaircir et 12 dans des endroits à couper à blanc par groupes de 28 x 28 m ou 8 ares. Il est à noter que la coupe par groupes s'étendit sur 20 % de la

Methods

Over the summer of 1966, 48 square permanent study plots were established in strips 61 m wide running in the direction of the slope from the bottom point of the sugar maple-yellow birch stand to the topmost point. Sixteen plots were established in strips excluded from all cutting, or control strips, and 32 in strips where cutting had been performed in the fall of 1966. Of the latter plots, 20 were selected in areas to be thinned and 12 in areas to be clearcut by 28 x 28 m (8-are) groups. Cutting by groups took in 20 percent of the total area and thinning was performed over the remainder.

superficie et qu'une coupe d'éclaircie a été effectuée sur le reste.

Dans chaque place ayant une superficie de 0,08 ha, on nota l'essence et le dhp de tous les arbres de 9 cm et plus après les avoir numérotés. De plus, l'âge, la hauteur et différentes autres caractéristiques de la cime et du tronc de cinq érables à sucre et de cinq bouleaux jaunes, choisis au hasard parmi les dominants et les codominants, furent mesurés.

Sur le tiers de chaque place, on nota l'essence et le dhp de toutes les gaules de 1 à 9 cm tandis que, sur huit quadrats de 2 m x 4 m, on notait la dimension de la plus grande tige de chaque essence. Sur la demie de chaque quadrat, les semis de 1 m de hauteur à 1 cm de dhp furent comptés par essence, tandis que ceux de 15 cm à 1 m et ceux de moins de 15 cm de hauteur furent comptés sur le huitième et le 90ième respectivement.

Par la suite, on délimita les endroits de 0,08 ha où tous les arbres de 9 cm et plus de dhp devaient être coupés, ce qui délimitait par le fait même les endroits à éclaircir. Dans ceux-ci, un arbre d'avenir à environ tous les 6 m fut choisi et réservé pour la coupe à blanc

In each 0.08-ha plot, all trees with dbh of 9 cm or over were numbered, identified by species, and measured for dbh. In addition, age, height, and various other crown and stem characteristics were measured for five sugar maple and five yellow birch selected at random from among the dominant and codominant layers.

Over one third of each plot, species and dbh were noted for all 1- to 9-cm saplings, while in eight 2 x 4 m quadrats, the size of the tallest stem of each species was recorded. In one half of each quadrat, seedlings measuring 1 m in height to 1 cm in dbh were counted by species. Seedlings 15 cm to 1 m and under 15 cm in height were counted in the 8th and 90th respectively.

Next we traced out the 0.08-ha locations where all trees with a dbh of 9 cm or over were to be felled, thus marking the locations to be thinned. Within them, a crop tree every 6 m or so was selected and reserved for the final clearcutting to be performed in 20, 40,

finale qui se fera dans 20, 40, 60 et 80 ans. Selon le cas, on a essayé de réserver des arbres plus jeunes.

Puis les arbres à couper furent marqués. Tous les arbres morts et mourants qui avaient encore du bon bois ou qui pouvaient briser les arbres d'avenir en tombant ainsi que les arbres qui allaient mourir avant 1986 furent marqués sans exception. Tout en évitant de marquer deux arbres voisins, les arbres de 50 cm et plus de dhp, quelle que soit la qualité de leur tronc, ainsi que les arbres de 30 cm et plus de dhp, et de qualité de tronc impropre à faire éventuellement au moins un sciage, furent marqués. Finalement, tous les arbres qui étaient espacés de 1,3 m et moins furent marqués sauf s'ils étaient rejets de souche; on n'en marquait alors qu'un sur trois. Entre deux arbres voisins, trop rapprochés ou rejets de souche, on marquait celui dont la vigueur, la qualité de tronc et la dimension étaient les moindres; si la vigueur, la qualité et la dimension étaient égales, les essences étaient marquées dans l'ordre prioritaire suivant: ostryer, peuplier, sapin, pruche, hêtre, érable rouge, érable à sucre, épinette, orme, tilleul, frêne et bouleau jaune.

60, and 80 years. Where appropriate, we tried to reserve younger trees.

Then the trees for felling were marked. All dead or moribund trees that still had good wood or could damage crop trees in falling were marked, as well as trees that would die before 1986. Next, while avoiding marking two adjacent trees, we marked trees with dbh of 50 cm or over, regardless of stem quality, and trees with dbh of 30 cm or over where stem quality was inappropriate for at least one eventual saw cut. Finally, all trees with spacing of 1.30 m or less were marked unless they were stump sprouts, in which case one out of three was marked. For pairs of adjacent trees spaced too close together or stump sprouts, the specimen which exhibited inferior vigor, stem quality, and size was marked. Where trees were about the same in terms of these three characteristics, they were marked in the following order of priority: hop-hornbeam, poplar, fir, hemlock, beech, red maple, sugar maple, spruce, elm, basswood, ash, and yellow birch.

Au cours de l'automne 1966, la coupe fut effectuée par Domtar Inc. qui s'est également occupée de la mise en marché du bois. Les arbres furent abattus et ébranchés avec une scie mécanique, pour ensuite être débusqués avec des chevaux jusque dans des chemins tracés à tous les 61 m dans le sens de la pente.

Dès la fin du printemps 1967, toutes les places furent remesurées. De plus, on déposa à certains endroits, dans des carrés de 1 m x 1 m et distancés de 6 m, 25 semences de bouleau jaune. Ailleurs, les carrés furent scarifiés avant d'être semés de la même façon. Dans d'autres places, ce sont des bouleaux jaunes 1-0 ou 2-0 ou des épinettes de Norvège 2-2 qui furent plantés. Enfin, certaines places ne reçurent aucun de ces traitements. Les semences avaient été préalablement stratifiées. La scarification du sol fut faite en mélangeant l'humus et le sol minéral des 15 cm de surface du terrain après avoir éliminé les débris de coupe, les plantes vivantes, les souches, les racines et les pierres qui furent placés dans le pourtour des carrés avant que le sol scarifié ne soit nivelé. Les racines des plants ont été disposées horizontalement dans quatre fentes en forme de "+" ou "x" à près de 15 cm de profondeur.

During the fall of 1966, cutting was performed by Domtar Inc., which also attended to marketing the wood. The trees were felled and debranched by chainsaw, then skidded with horses to the roads set out every 61 m in the direction of the slope.

In late spring of 1967, all plots were remeasured. At some locations, 25 yellow birch seeds were placed in 1 x 1 m squares 6 m apart. Elsewhere, the squares were scarified before being seeded in the same manner. In other plots, 1-0 or 2-0 yellow birch or 2-2 Norway spruce were planted. Some plots received none of these treatments. Seeds had been previously stratified. Soil scarification involved mixing the humus and mineral soil from the top 15 cm of the surface after elimination of slash, live vegetation, stumps, roots, and stones, which were placed on the edge of the squares before the scarified soil was leveled. Seedling roots were laid out horizontally in four "+" or "x" shaped slits at a depth of nearly 15 cm.

À l'automne 1967 et 1968, un inventaire des carrés de 1 m² fut effectué. On nota la dimension des arbres plantés vivants et on compta les semis, les gaules et les arbres par essence selon les classes de dimension déjà mentionnées.

In the fall of 1967 and of 1968, a survey of the 1-m² squares was carried out. The size of live planted trees was noted and seedlings, saplings, and trees were counted by species according to the size classes mentioned earlier.

Durant les étés 1971, 1976 et 1981, tous les mesurages effectués en 1966, 1967 et 1968 furent refaits dans les mêmes places, les mêmes quadrats et les mêmes carrés.

Over the summer of 1971, 1976, and 1981, all measurements taken in 1966, 1967, and 1968 were repeated in the same plots, quadrats, and squares.

L'ensemble des données récoltées a fait l'objet d'analyses appropriées afin de déterminer les changements apportés par la coupe dans le volume marchand, le nombre d'arbres, le diamètre moyen du peuplement et le nombre de gaules. D'après ces analyses, on a constaté que l'éclaircie effectuée a été forte et par le haut, et que la quantité de bois récolté a été de 58 m³/ha. Ces analyses ont été réalisées pour toutes les essences et tous les diamètres ainsi que pour l'érable à sucre, le bouleau jaune et les arbres de 25 cm et plus de dhp. En outre, on a calculé l'accroissement et les augmentations nettes du nombre d'arbres, de leur diamètre et du nombre de gaules.

All data were analyzed to determine the changes in merchantable volume, number of trees, stand average diameter, and number of saplings brought about by cutting. From these analyses, it was noted that the thinning had been extensive and from above, and that the quantity of wood harvested had been 58 m³/ha. The analyses were carried out for all species and all diameters as well as for sugar maple, yellow birch, and trees with dbh of 25 cm or over. In addition, calculations were made for growth and net increase in number of trees, tree diameter, and number of saplings.

Pour évaluer la signification statistique des résultats, un test de

To assess the statistical significance of the results, a difference test

différence basé sur la méthode "quotient" de Cochran (1977) a été utilisé. Considérant le nombre de parcelles et le nombre de tiges, toute différence de 10 % et plus a été trouvée significative à 95 %.

based on the "quotient" method from Cochran (1977) was employed. Taking into consideration the number of parcels and the number of stems, any difference of 10 percent or over was found to be significant at 95 percent.

RÉSULTATS

Accroissement en volume marchand

La moyenne de l'accroissement net en volume marchand dans les places éclaircies est de 51 m³/ha de 1966 à 1980 comparativement à 24 m³/ha dans les places coupées à blanc et à 13 m³/ha dans les places témoins (tableau 1). Ainsi, l'éclaircie a permis de produire en moyenne 38 m³/ha de plus et la coupe à blanc, 11 m³/ha de plus que le témoin. Cette plus grande production se retrouve aussi chez l'érable à sucre et le bouleau jaune. Sur l'augmentation de 38 m³/ha produite par l'éclaircie, 35 m³/ha s'est fait chez les arbres de 25 cm et plus de dhp.

Mortalité

La mortalité, causée par l'oppression des gros arbres sur les petits et par la vieillesse, a été plus élevée dans les places témoins que dans les places éclaircies et les places coupées à blanc, comme l'indiquent les résultats suivants: une perte nette de 91 arbres dans les

RESULTS

Merchantable volume increase

Average net merchantable volume increase in the thinned plots was 51 m³/ha from 1966 to 1980 compared with 24 m³/ha in the clearcut plots and 13 m³/ha in the control plots (Table 1). Thus, we were able to produce an average of 38 m³/ha more through thinning and 11 m³/ha more through clearcutting than in the control plots. A production increase was also noted for sugar maple and yellow birch. Of the 38 m³/ha increase created by thinning, 35 m³/ha occurred among trees of the 25 cm and over dbh class.

Mortality

Mortality, caused by suppression of small trees by large trees and by old age, was higher in the control plots than in the thinned or clearcut plots, as the following results indicate: a net loss of 91 trees in the control plots, no loss in the thinned plots, and a gain of 293

Tableau 1. Volume marchand et croissance périodique selon les traitements

Table 1. Merchantable volume and period-by-period growth for each treatment

Année / Year	Volume (m³/ha) Témoin / Control	Éclaircie (26 %) / Thinning (26%)	À blanc / Clear-cutting	Période / Period	Croissance (m³/ha) Témoin / Control	Éclaircie (26 %) / Thinning (26%)	À blanc / Clear-cutting
Toutes les essences et tous les diamètres / All species, all diameters							
1966	219	161	6	1966-1970	8	16	4
1971	227	177	10	1971-1975	5	17	6
1976	232	194	16	1976-1980	0	18	14
1981	232	212	30	1966-1980	13	51	24
Érable à sucre de tous diamètres / Sugar maple, all diameters							
1966	148(68)[a]	66(41)	2(35)	1966-1970	3	12	2
1971	151(67)	78(44)	4(40)	1971-1975	7	8	4
1976	158(68)	86(44)	8(50)	1976-1980	2	5	8
1981	160(69)	91(43)	16(53)	1966-1980	12	25	14
Bouleau jaune de tous diamètres / Yellow birch, all diameters							
1966	15(7)	24(15)	0(0)	1966-1970	2	0	0
1971	17(7)	24(14)	0(0)	1971-1975	1	2	1
1976	18(8)	26(13)	1(6)	1976-1980	-2	4	1
1981	16(7)	30(14)	2(7)	1966-1980	1	6	2
Tous les arbres de 25 cm et plus de dhp / All trees with dbh of 25 cm or over							
1966	189(86)	125(78)	5(83)	1966-1970	12	21	2
1971	201(88)	146(82)	7(70)	1971-1975	8	10	1
1976	209(90)	156(80)	8(50)	1976-1980	2	26	4
1981	211(91)	182(86)	12(40)	1966-1980	22	57	7

[a] Pourcentage du volume marchand de toutes les essences et de tous les diamètres.

[a] Percentage of merchantable volume of all species, all diameters.

places témoins, aucune perte dans les places éclaircies et un gain de 293 arbres dans les places coupées à blanc entre 1966 et 1981 (tableau 2). Comparativement à l'érable à sucre, cette perte a été plus forte chez le bouleau jaune. Malgré la mortalité de quelques arbres de 25 cm et plus de dhp, on observe des augmentations de 5, 34 et 9 arbres dans les places témoins, les places éclaircies et les places coupées à blanc respectivement.

trees in the clearcut plots between 1966 and 1981 (Table 2). Losses were greater among yellow birch than among sugar maple. Despite the mortality of a few trees in the 25 cm and over dbh class, gains of 5, 34, and 9 trees respectively were observed in the control, thinned, and clearcut plots.

La perte par mortalité de 32 arbres dans les places éclaircies au cours de la période quinquennale qui a suivi le traitement mérite d'être signalée. Tout indique que ces arbres sont morts à la suite du choc causé par l'éclaircie: ils étaient faibles et l'éclaircie a été trop forte pour eux.

The loss through mortality of 32 trees in the thinned plots over the five-year period following treatment should be noted. From all indications, these trees died of shock caused by thinning: they were weak and the thinning was too extensive for them.

Accroissement en diamètre

Le diamètre moyen des arbres des places témoins a augmenté plus que celui des places éclaircies et des places coupées à blanc; on constate le même phénomène chez l'érable à sucre et chez le bouleau jaune (tableau 3). Cet accroissement indique que la mortalité dans les places témoins a touché surtout les petits arbres et beaucoup moins l'érable à sucre que le bouleau jaune où l'on constate une augmentation en

Diameter increase

Average tree diameter showed a greater increase in control plots than in thinned or clearcut plots. The same phenomenon was also observed for sugar maple and yellow birch (Table 3). The increase figures indicate that mortality in control plots affected small trees in particular and sugar maple to a much lesser extent than yellow birch, for which a diameter increase of 9.9 cm in 15 years was recorded. The figures also

Tableau 2. Nombre d'arbres de 9 cm et plus de dhp et augmentation périodique selon les traitements

Table 2. Number of trees (dbh of 9 cm or over) and period-by-period increase for each treatment

Année	Nombre/ha			Période	Augmentation/ha		
	Témoin	Éclaircie (26 %)	À blanc		Témoin	Éclaircie (26 %)	À blanc
Year	Number/ha			Period	Increase/ha		
	Control	Thinning (26%)	Clear-cutting		Control	Thinning (26%)	Clear-cutting
	Toutes les essences et tous les diamètres All species, all diameters						
1966	452	458	26	1966-1970	-28	-32	48
1971	424	426	74	1971-1975	-33	16	74
1976	391	442	148	1976-1980	-30	16	171
1981	361	458	319	1966-1980	-91	0	293
	Érable à sucre de tous diamètres Sugar maple, all diameters						
1966	277(61)[a]	168(37)	17(65)	1966-1970	-10	-5	30
1971	267(63)	163(38)	47(63)	1971-1975	-14	16	46
1976	253(65)	179(40)	93(63)	1976-1980	-11	20	71
1981	242(67)	199(43)	164(51)	1966-1980	-35	31	147
	Bouleau jaune de tous diamètres Yellow birch, all diameters						
1966	25(5)	102(22)	7(27)	1966-1970	-3	-7	6
1971	22(5)	95(22)	13(18)	1971-1975	1	-1	6
1976	23(6)	94(21)	19(13)	1976-1980	-4	-6	18
1981	19(5)	88(19)	37(12)	1966-1980	-6	-14	30
	Tous les arbres de 25 cm et plus de dhp All trees with dbh of 25 cm or over						
1966	185(41)	157(34)	4(15)	1966-70	5	10	3
1971	190(45)	167(39)	7(9)	1971-75	1	15	2
1976	191(49)	182(41)	9(6)	1976-80	-1	9	4
1981	190(53)	191(42)	13(4)	1966-80	5	34	9

[a] Pourcentage du nombre d'arbres de toutes les essences et de tous les diamètres.

[a] Percentage of trees of all species, all diameters.

Tableau 3. Dhp moyen des arbres de 9 cm et plus et augmentation périodique selon les traitements

Table 3. Mean dbh of trees (dbh of 9 cm or over) and period-by-period increase for each treatment

Année	Diamètre (cm)			Période	Augmentation (cm)		
	Témoin	Éclaircie (26 %)	À blanc		Témoin	Éclaircie (26 %)	À blanc
Year	dbh (cm)			Period	Increase (cm)		
	Control	Thinning (26%)	Clear-cutting		Control	Thinning (26%)	Clear-cutting
				Toutes les essences All species			
1966	24,1	21,5	14,5	1966-1970	1,2	2,0	-0,3
1971	25,3	23,5	14,2	1971-1975	1,2	0,2	-0,4
1976	26,5	23,7	13,8	1976-1980	2,3	0,2	-0,3
1981	28,8	23,9	13,5	1966-1980	4,7	2,4	-1,0
				Érable à sucre Sugar maple			
1966	24,6	23,2	12,0	1966-1970	0,9	0,7	0,4
1971	25,5	23,9	12,4	1971-1975	1,2	-0,6	0,9
1976	26,7	23,3	13,3	1976-1980	1,3	-0,4	0,4
1981	28,0	22,9	13,7	1966-1980	3,4	-0,3	1,7
				Bouleau jaune Yellow birch			
1966	32,1	20,0	9,4	1966-1970	1,8	0,2	1,5
1971	33,9	20,2	10,9	1971-1975	0,8	0,7	1,2
1976	34,7	20,9	12,1	1976-1980	7,3	1,0	2,6
1981	42,0	21,9	14,7	1966-1980	9,9	1,9	5,3

diamètre de 9,9 cm en 15 ans. Cet accroissement indique aussi que la mortalité dans les places éclaircies de 1966 à 1971 est survenue surtout chez les petits arbres et qu'il y a eu des recrus par la suite.

Cet accroissement du diamètre moyen des arbres dans les places témoins n'indique pas que l'éclaircie n'a pas stimulé, en 1966, la croissance en diamètre des arbres résiduels qui étaient encore vivants en 1981. En considérant ces arbres seulement et en divisant la croissance en volume par leur nombre, on constate, au contraire, que les arbres éclaircis ont crû individuellement de 0,08 m^3 ou de 2 cm de diamètre de plus, le double des arbres témoins. Le diamètre de l'érable à sucre et du bouleau jaune de toutes les classes de diamètre ayant des cimes codominantes et intermédiaires a augmenté à la suite de l'éclaircie. Cette augmentation a été plus grande pour l'érable à sucre que pour le bouleau jaune.

Dans les places éclaircies, le diamètre moyen des arbres en 1981 n'avait pas encore atteint celui des places témoins en 1966. Il en était de même pour le volume marchand. Ces résultats indiquent qu'une nouvelle éclaircie aurait été prématurée en 1981.

show that mortality in thinned plots from 1966 to 1971 primarily involved small trees and that there was subsequent regrowth.

The increase in the average diameter of trees in the control plots does not indicate that thinning did not stimulate the diameter growth of trees left in 1966 that were still alive in 1981. Examining these trees separately and dividing their volume increase by their number, it can be seen that on the contrary, the thinned trees individually grew 0.08 m^3 or 2 cm in diameter more than or twice as much as the control trees. Sugar maple and yellow birch of all diameter classes with codominant or intermediate crowns increased in diameter following thinning. This increase was greater for sugar maple than for yellow birch.

In the thinned plots, the average tree diameter in 1981 had not yet reached that of the control plots in 1966. The same was true of merchantable volume. These results indicate that further thinning would have been premature in 1981.

Régénération

La régénération est suffisante partout où des traitements ont été effectués. Il y a un nombre convenable de tiges en croissance pour former un nouveau peuplement avec une densité et une distribution élevées. Partout, cependant, l'érable à sucre prédomine autant parmi les semis que parmi les gaules (tableau 4). Ajoutons que le bouleau jaune est modérément bien régénéré dans les places coupées à blanc, puisqu'il se retrouve parmi les gaules dans 45 % des quadrats de 2 m x 4 m.

L'ensemencement de bouleau jaune, la scarification du sol suivie de l'ensemencement de bouleau jaune et la plantation de bouleau jaune 1-0 ou 2-0 ne montraient plus aucun effet sur la régénération de cette essence en 1981. La régénération du bouleau avait même tendance à être moins bonne et moins haute là où le sol avait été scarifié, soit par le débusquage, soit par le traitement au râteau de feu. La plantation d'épinettes de Norvège 2-2 n'a pas réussi puisque les épinettes plantées se retrouvaient parmi les gaules dans seulement 1 % des quadrats de 2 m x 4 m dans les places coupées à blanc; il n'y en avait aucune à ce stade de développement en 1981 dans les places témoins et les places éclaircies.

Regeneration

Regeneration is satisfactory where treatments were carried out. There are a suitable number of growing stems to form a new stand with high density and distribution. In all locations, however, sugar maple predominates among both seedlings and saplings (Table 4). It should be added that yellow birch is moderately well regenerated in the clearcut plots--it is represented among the saplings in 45 percent of the 2 x 4 quadrats.

Yellow birch seeding, soil scarification followed by yellow birch seeding, and planting of 1-0 or 2-0 yellow birch no longer exhibited any apparent effect on regeneration of this species in 1981. Birch regeneration actually tended to be weaker and less where the soil had been scarified by skidding or fire-raking. The planting of Norway spruce was not successful--spruce were found among saplings in only 1 percent of the 2 x 4 m quadrats in clearcut plots and none had reached this stage of development in control or thinned plots by 1981.

Tableau 4. Nombre de gaules de 1 à 9 cm de dhp et augmentation périodique selon les traitements

Table 4. Number of saplings (dbh of 1 to 9 cm) and period-by-period increase for each treatment

Année	Nombre/ha			Période	Augmentation/ha		
	Témoin	Éclaircie (26 %)	À blanc		Témoin	Éclaircie (26 %)	À blanc
Year	Number/ha			Period	Increase/ha		
	Control	Thinning (26%)	Clear-cutting		Control	Thinning (26%)	Clear-cutting
			Toutes les essences arborescentes All tree species				
1966	513	754	401	1966-1970	-137	182	980
1971	376	936	1381	1971-1975	-53	409	1221
1976	323	1345	2602	1976-1980	-39	1090	8
1981	284	2435	2610	1966-1980	-229	1681	2209
			Érable à sucre Sugar maple				
1966	421(82)[a]	436(63)	60(40)	1966-1970	-103	192	609
1971	318(85)	628(67)	669(48)	1971-1975	-59	183	792
1976	259(82)	811(60)	1461(56)	1976-1980	-3	327	304
1981	256(90)	1538(63)	1765(67)	1966-1980	-165	702	1705
			Bouleau jaune Yellow birch				
1966	11(2)	56(7)	8(2)	1966-1970	-3	-6	24
1971	8(2)	50(5)	32(2)	1971-1975	-2	61	184
1976	6(2)	111(8)	216(8)	1976-1980	-1	204	173
1981	5(2)	315(13)	389(15)	1966-1980	-6	259	381
			Toutes les essences arbustives All shrub species				
1966	47(8)[b]	108(12)	52(11)	1966-70	-11	134	585
1971	36(9)	242(20)	637(31)	1971-75	16	435	1665
1976	52(14)	677(33)	2302(47)	1976-80	-8	325	208
1981	44(13)	1002(29)	2510(49)	1966-80	-3	894	2458

[a] Pourcentage du nombre de gaules de toutes les essences arborescentes.

[a] Percentage of saplings of all tree species.

[b] Pourcentage du nombre de gaules de toutes les essences arborescentes et arbustives.

[b] Percentage of saplings of all tree and shrub species.

Il y a une régénération en essences arborescentes suffisante partout. Mais dès qu'il y a ouverture du couvert, la régénération arbustive, présente partout elle aussi, se développe aussi bien que la régénération arborescente et concurrence durement celle-ci. Dans cette érablière à bouleau jaune, le développement et la compétition de la régénération arbustive ont augmenté avec une plus grande ouverture du couvert.

There is satisfactory regeneration of tree species in all locations. However, wherever there is an opening in the canopy, shrub regeneration, which is also present everywhere, develops as well as tree regeneration and competes strongly with it. In this sugar maple-yellow birch stand, shrub regeneration development and competition increased with a greater opening of the canopy.

DISCUSSION

L'examen global des résultats expérimentaux obtenus à la suite de l'éclaircie indique que celle-ci a été un succès même si le traitement appliqué a causé une mortalité naturelle élevée durant les cinq premières années. Il faut dire que cette mortalité est survenue surtout dans les places éclaircies en prévision d'une coupe à blanc qui sera effectuée dans 80 ans. Dans ces places, on a presque toujours dû favoriser le petit arbre comme arbre d'avenir au détriment du gros. Ce petit arbre était souvent opprimé, faible et parfois vieux; il n'a pas pu résister au choc causé par l'éclaircie.

DISCUSSION

Overall examination of the experimental results from thinning indicates that it was a success even though the applied treatment caused high natural mortality during the first five years. It should be noted that mortality occurred primarily in the plots thinned with a view to clearcutting in 80 years. In these plots, it was necessary in almost all cases to favor small stems as crop trees at the expense of large stems. The small trees were often suppressed, weak, and sometimes old and thus were unable to withstand the shock of thinning.

Dans les places éclaircies en prévision d'une coupe à blanc dans 60 ans, on a presque toujours dû favoriser l'arbre

In plots thinned for clearcutting in 60 years, it was necessary in almost all cases to favor medium stems as crop

moyen comme arbre d'avenir. Cet arbre était souvent intermédiaire, moyennement faible et parfois vieux; il n'a pas toujours pu résister au choc causé par l'éclaircie.

Dans ces deux types de places, l'éclaircie fut nettement trop forte. Par contre, dans les places éclaircies en prévision d'une coupe à blanc dans 40 et 20 ans où les arbres codominants et dominants ont été favorisés comme arbre d'avenir, l'intensité d'éclaircie semble avoir été correcte. La difficulté de conserver des petits arbres parmi des gros est bien connue (Berry, 1981; Crow *et al.*, 1981).

Dans les places éclaircies en prévision d'une coupe à blanc dans 80 et 60 ans, il aurait probablement fallu éclaircir moins fort et éclaircir à nouveau après 10 ans au lieu de 20 ans pour préserver les arbres d'avenir ou les arbres de la coupe finale.

Lors d'un marquage effectué dans des peuplements semblables, il convient de favoriser le bouleau jaune et les autres essences de tolérance intermédiaire à l'ombre aux dépens de l'érable à sucre pour les raisons suivantes: le bouleau jaune s'accroît plus vite que l'érable à sucre et il a une valeur commerciale plus

trees. These trees were often intermediate, moderately weak, and sometimes old and were not always able to withstand the shock of thinning.

In both of these plot types, thinning was definitely too heavy. On the other hand, in plots thinned for clearcutting in 40 and 20 years, where codominant and dominant stems were favored as crop trees, the level of thinning appears to have been appropriate. The difficulty of keeping small trees among large ones is well known (Berry 1981; Crow et al. 1981).

In the plots thinned for clearcutting in 80 and 60 years, it would likely have been more appropriate to thin less heavily and return for more thinning in 10 years rather than 20 to preserve the crop trees for the final cut.

When marking in such stands, it is good practice to favor yellow birch and other moderately shade-tolerant species at the expense of sugar maple because yellow birch grows faster than maple and has greater commercial value. Where the vigor and quality of sugar maple and yellow birch were the same, we favor the

grande. Lorsque la vigueur et la qualité de l'érable à sucre et du bouleau jaune étaient égales, nous avons favorisé ce dernier sauf s'il avait 5 cm de diamètre de moins que l'érable à sucre. Peut-être avons-nous trop voulu le favoriser, car sa mortalité à la suite de l'éclaircie a été plus élevée que celle de l'érable à sucre.

latter species except when its diameter was 5 cm less than that of sugar maple. Perhaps we were too eager to encourage yellow birch, for its mortality rate after thinning was higher than that of sugar maple.

L'érable à sucre a tendance à augmenter sa représentation après la coupe d'éclaircie et à la diminuer après la coupe à blanc; c'est l'inverse pour le bouleau jaune. Cette différence de comportement s'explique par le fait que l'érable à sucre est une essence d'ombre tandis que le bouleau jaune est une essence de tolérance intermédiaire à l'ombre (Linteau, 1948; Marquis, 1965; Hatcher, 1966; Tubbs et Metzger, 1969; Leak et Filip, 1977; Roberge, 1977).

Sugar maple tends to increase its representation after thinning and decrease it after clearcutting, while yellow birch behaves in the opposite manner. The difference in behavior can be explained by the fact that sugar maple is a shade species while yellow birch is only moderately shade tolerant (Linteau 1948; Marquis 1965; Hatcher 1966; Tubbs and Metzger 1969; Leak and Filip 1977; Roberge 1977).

Du fait que la régénération du bouleau jaune n'est pas meilleure dans les aires de coupe scarifiées, on peut en déduire que la scarification a aidé à l'établissement du bouleau jaune mais a nui à son développement. Le bouleau jaune se serait probablement bien développé si les dégagements avaient eu lieu dès que la régénération arbustive et arborescente avait atteint 2 m de hauteur. Le fait que même les bouleaux plantés se soient mal développés le laisse penser.

Because yellow birch regeneration was not better in the scarified cutting sites, it can be concluded that scarification furthered establishment of the species but hampered its development. It is possible that had release cutting taken place when tree and shrub regeneration had reached a height of 2 m, yellow birch would have developed satisfactorily. Planted yellow birch developed poorly supporting this view.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à signaler la coopération de la compagnie Domtar Inc., propriétaire de la forêt de Dudswell, dans la réalisation des travaux faisant l'objet de ce rapport et des autres travaux d'aménagement poursuivis à Dudswell depuis 27 ans; il ne faut pas oublier également les études écologiques et dendrométriques faites de 1949 et 1959 dans la forêt de Watopeka, aussi propriété de la compagnie Domtar, et qui ont servi de base aux travaux de Dudswell.

ACKNOWLEDGMENTS

We would like to note the cooperation provided by Domtar Inc., which owns the Dudswell forest, in connection with the work covered by this report and other management efforts pursued at Dudswell over the last 27 years, as well as the ecological and mensuration studies carried out from 1949 to 1959 in the Watopeka forest, also owned by Domtar, which served as a basis for the Dudswell research.

OUVRAGES CONSULTÉS/LITERATURE CITED

Berry, A.B. 1981. A study in single-tree selection for tolerant hardwoods. Can. For. Serv. Petawawa Nat. For. Inst., Chalk River, Ontario. Inf. Rep. PI-X-8.

Boivin, J.L. 1985. Coupes par bandes dans des peuplements de feuillus - Résultats après 14 ans. For. Chron. 61:229-232.

Cann, D.B.; Lajoie, P. 1943. Étude des sols des comtés de Stanstead, Richmond, Sherbrooke et Compton. Minist. Agr. du Québec, Québec, Québec. Bull. tech. 45.

Cochran, W.G. 1977. Sampling techniques, 3rd edition. John Wiley and Sons. New York, N.Y.

Crow, T.R.; Jacobs, R.D.; Oberg, R.R.; Tubbs, C.H. 1981. Stocking and structure for maximum growth in sugar maple selection stands. U.S. Dept. Agric. For. Serv. North Central For. Exp. Stn., St. Paul, MN. Res. Pap. NC-199.

Dresser, J.A.; Denis, T.C. 1946. La géologie de Québec. II. Géologie descriptive. Minist. des Mines du Québec, Québec, Québec. Rapp. géol. no. 20.

Eyre, F.H.; Longwood, F.R. 1951. Reducing mortality in old-growth northern hardwoods through partial cuttings. U.S. Dept. Agric. For. Serv. Lake States For. Exp. Stn., St. Paul, MN. Stn. Pap. 24.

Hatcher, R.J. 1966. Yellow birch regeneration on scarified seedbeds under small canopy openings. For. Chron. 42:350-358.

Jurdant, M.; Roberge, M.R. 1965. Étude écologique de la forêt de Watopeka. Minist. des forêts, Ottawa, Ontario. Publ. 1051F.

Leak, W.B.; Filip, S.M. 1977. Thirty-eight years of group selection in New England northern hardwoods. J. For. 75:641-643.

Linteau, A. 1948. Factors affecting germination and early survival of yellow birch (*Betula lutea* Michx.) in Quebec. For. Chron. 24:27-86.

Marquis, D.A. 1965. Regeneration of birch and associated hardwoods after patch cutting. U.S. Dept. Agric. For. Serv. Northeastern For. Exp. Stn., Upper Darby, PA. Res. Pap. NE-32.

Roberge, M.R. 1975. Effect of thinning on the production of high quality wood in a Quebec northern hardwood stand. Can. J. For. Res. 5:139-145.

Roberge, M.R. 1977. Influence of cutting methods on natural and artificial regeneration of yellow birch in Quebec northern hardwoods. Can. J. For. Res. 7:175-182.

Stone, D.M. 1977. Fertilizing and thinning northern hardwoods in the Lake States. U.S. Dept. Agric. For. Serv. North Central For. Exp. Stn., St. Paul, MN. Res. Pap. NC-141.

Tubbs, C.H.; Metzger, F.T. 1969. Regeneration of northern hardwoods under shelterwood cutting. For. Chron. 45:333-337.